

性能評価報告書

(土研セ 耐土性証第 1802 号)

耐候性大型土のう

「耐候性大型土のう SSG - 3」

評価依頼者：坂本産業株式会社

平成 30 年 8 月 24 日

一般財団法人 土木研究センター



坂本産業株式会社 殿

性能評価報告書

品名： 耐候性大型土のう

品番： SSG-3

耐久仕様： 長期仮設（3年）対応



「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアルに基づく性能証明業務に関し、貴社より提出されました製品に對する袋体性能評価試験の結果、および材料に対する試験成績証明書の確認結果について、下記のように報告します。

項目		評価内容		性能規定値		判定	試験方法
材料に要求される性能 [生地]	初期強度 変形特性	初期引張強さ	強度	袋材 たて ※ 380 N/cm 以上	適合	JIS L 1096 準用	
				よこ ※ 380 N/cm 以上	適合		
		初期伸度	伸び率	縫製 ※ N/cm 以上 (胴部縫製なし)	適合		
	たて 35%未満			適合			
	耐久性	耐候性	強度	よこ 30%未満	適合		JIS L 1096 準用(8.3) JIS B 7753(試験機) [紫外線促進暴露] 短期 300hr, 長期 900hr
				たて 240 N/cm 以上	適合		
				よこ 240 N/cm 以上	適合		
		定荷重下状態 の耐候性試験	強度	縫製 240 N/cm 以上 (胴部縫製なし)	適合	JIS L 1096 準用 JIS B 7753(試験機) 吊荷重 8kg/cm	
				よこ 160 N/cm 以上	適合		
		耐薬品性	強度	縫製 160 N/cm 以上 (胴部縫製なし)	適合	JIS K 7114 準用 JIS L 1096 準用	
				H ₂ SO ₄ (pH2) 240 N/cm 以上	適合		
	NaOH (pH12) 240 N/cm 以上			適合			
耐熱性	強度	NaCl 240 N/cm 以上	適合	JIS Z 1651 準用 JIS L 1096 準用			
		240 N/cm 以上	適合				
耐寒性	強度	240 N/cm 以上	適合	JIS Z 1651 準用 JIS L 1096 準用			
		240 N/cm 以上	適合	JIS Z 1651 準用 JIS L 1096 準用			
耐環境性	溶出試験	溶出・生態	有害物質を溶出しないこと	適合	昭和34年 厚生省告示 第370号準用		
排水・透水性	開孔径	O ₉₅	1.0mm 程度以下	適合	ASTM D 4751 準用		
	透水性	透水係数	1.0×10 ⁻² cm/s 以上	適合	JIS A 1218 準用		
材料に要求される性能 [吊りベルト材]	初期引張強度	引張強さ	強度	※ 35 kN/本以上	適合	JIS D 4604 準用 JIS L 1096 準用 (試験機: JIS B 7753)	
	耐久性	耐候性		30 kN/本以上(4点吊り)	適合		
		耐熱性		30 kN/本以上(4点吊り)	適合		
		耐寒性		30 kN/本以上(4点吊り)	適合		
土のうに要求される性能 [袋体]	[中詰め構造]	圧縮強度特性	圧縮強度	431 kN/m ² 以上	適合	「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアルに規定する評価試験	
		摩擦特性	袋体と袋体	摩擦係数: 礫質土 0.5 以上 砂質土 0.5 以上 粘性土 0.5 以上	適合		
			土と袋体	摩擦係数: 礫質土 0.6 以上 砂質土 0.5 以上 粘性土 0.4 以上	適合		
	吊上げ・吊下ろし特性	損傷の有無	所定の繰返し回数(10回)後に吊上げ材、生地の亀裂・損傷等により、中詰め材がこぼれださないこと	適合			
	衝撃落下特性 (耐衝撃性)	損傷の有無	所定の落下回数(3回)後に生地の亀裂・損傷等により、中詰め材がこぼれださないこと	適合			
形状保持特性	形状寸法	形状(高さ、直径)が満足されること 直径 1.1m±6% 高さ 1.0m±6%	適合				

注) ※の項目の規格値は、製造会社における本製品の規格値です。

目 次

1. 試験目的	1
2. 製品の仕様	2
3. 試験方法	4
3.1 材料に要求される性能[生地]	4
3.1.1 初期強度, 変形特性	4
3.1.2 耐久性	4
3.1.3 耐環境性	4
3.1.4 排水・透水性	5
3.2 材料に要求される性能[吊ベルト材]	5
3.2.1 初期引張強度	5
3.2.2 耐久性	5
3.3 土のうに要求される性能[袋体]	5
3.3.1 圧縮強度特性	7
3.3.2 摩擦特性	9
3.3.3 吊上げ・吊下ろし特性	12
3.3.4 衝撃落下特性 (耐衝撃性)	14
3.3.5 形状保持特性	16
4. 性能評価結果	19
4.1 材料に要求される性能[生地]	20
4.2 材料に要求される性能[吊ベルト材]	20
4.3 土のうに要求される性能[袋体]	21

付属資料 - 1 : 製品の品質管理規定

付属資料 - 2 : 記録写真



1. 試験目的

本試験は、「耐候性大型土のう SSG-3」について、「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアルに定められた性能評価試験を行ったものである。

試験内容は以下のとおりである。

(1) 材料に要求される性能[生地]

- ① 初期強度, 変形特性
- ② 耐久性
- ③ 耐環境性
- ④ 排水・透水性

(2) 材料に要求される性能[吊ベルト材]

- ① 初期引張強度
- ② 耐久性

(3) 土のうに要求される性能[袋体]

- ① 圧縮強度特性
- ② 摩擦特性
- ③ 吊上げ・吊下ろし特性
- ④ 衝撃落下特性 (耐衝撃性)
- ⑤ 形状保持特性

2. 製品の仕様

「耐候性大型土のう SSG-3」は、長期仮設(3年)に対応した耐候性大型土のうで、土留め擁壁・仮締切工・護岸工等に使用できる。

表-2.1に製品規格、図-2.1に形状を示す。

表-2.1 製品規格

項目	仕様・規格	
製品名称	耐候性大型土のう	
品番	SSG-3	
耐久仕様	長期仮設(3年)対応	
製品寸法	φ1100×H1100(mm)	
形状	丸型・ベルト2点吊り(4点支持)	
容量	1 m ³	
最大充てん質量	20 kN	
生地(胴部)	材質	黒原着ポリプロピレン(PP)
	織度	2050D×2050D
	密度	13×12本
生地(底部)	材質	黒原着ポリプロピレン(PP)
	織度	2050D×2050D
	密度	13×12本
吊ベルト	材質	黒原着ポリプロピレン(PP)
	寸法	W:100mm
	密度	85gr/m
	その他	
投入口	材質	黒原着ポリエチレン(PE)
	織度	1000D×1000D
	密度	11×11本

注) 織度: D(デニール)、もしくはDtex(デシテックス)

密度: 打込み本数 たて×よこ 本/inch(2.54cm)

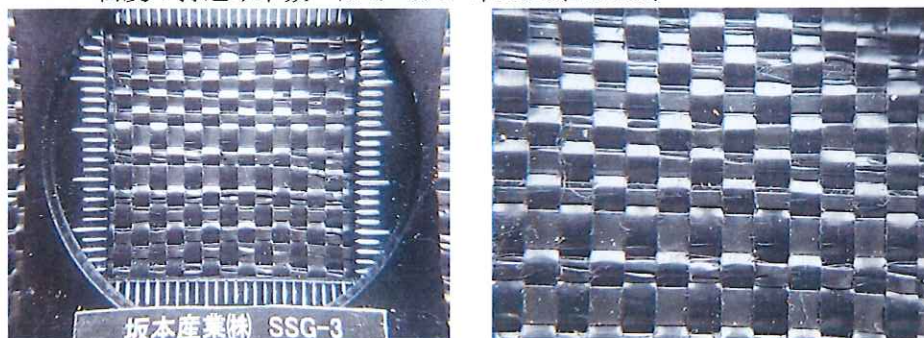


写真-2.1 生地

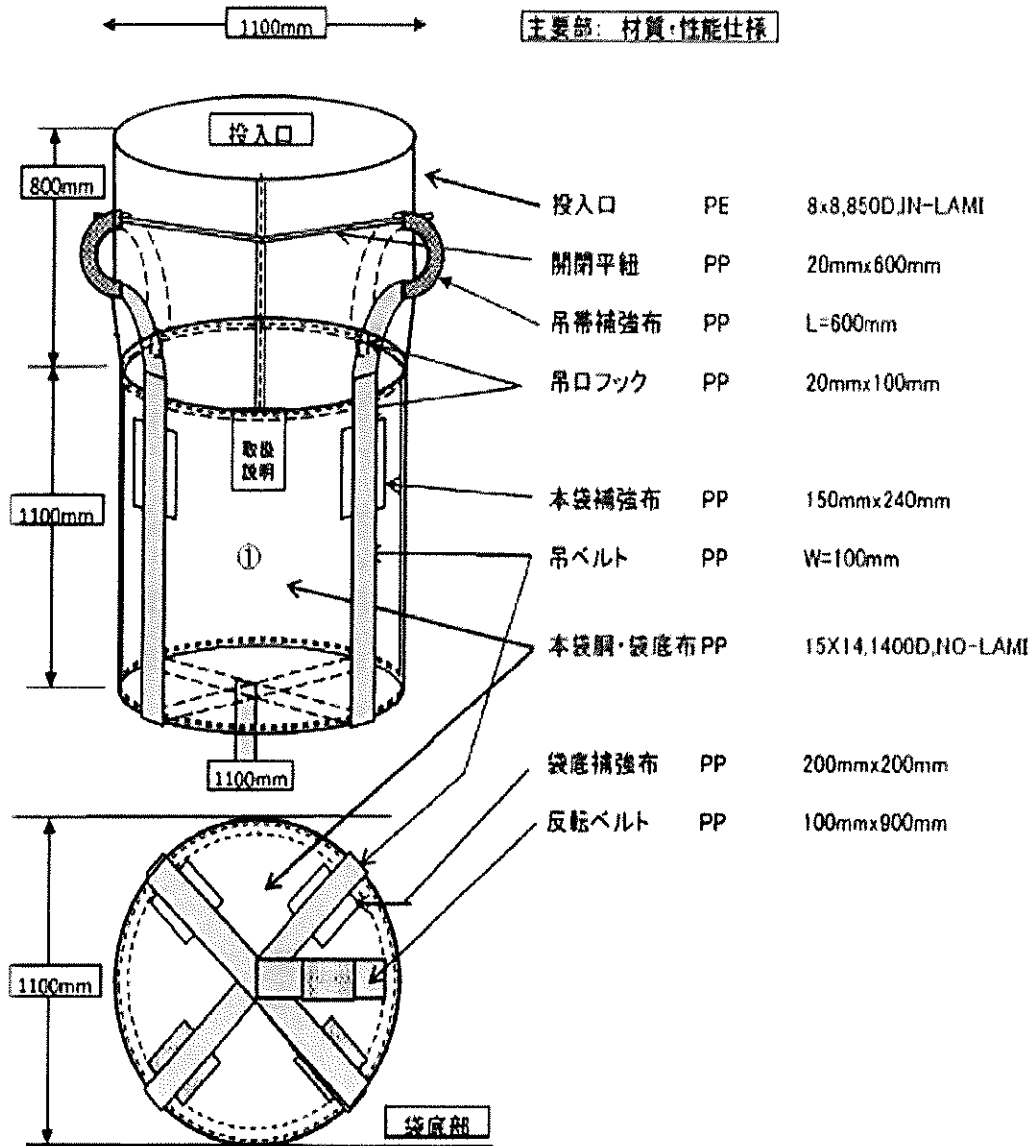


図-2.1 製品の形状

3. 試験方法

3.1 材料に要求される性能 [生地]

3.1.1 初期強度, 変形特性

初期強度, 変形特性は, JIS L 1096 「織物及び編物の生地試験方法」, 8.1.4 に定める A 法 (ストリップ法) によって生地の引張試験を実施する。

3.1.2 耐久性

(1) 耐候性

耐候性は, JIS B 7753 「サンシャインカーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機」に準拠した耐候性試験を実施した後, 引張試験 (JIS L 1096 「織物及び編物の生地試験方法 8.1.4」) を行い, 耐用年数に相当する生地の引張強さを調査する。

なお, JIS B 7753 に規定する促進暴露試験時間は, 製品の耐用年数, 短期仮設 (1 年) 対応, 長期仮設 (3 年) 対応に応じて, それぞれ 300 時間, 900 時間とする。

(2) 定荷重下状態の耐候性

定荷重下状態の耐候性は, 生地に一定の荷重を負荷しながら, JIS B 7753 「サンシャインカーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機」に準拠した耐候性試験を実施した後, 引張試験 (JIS L 1096 「織物及び編物の生地試験方法 8.1.4」) を行い, 定荷重状態下での耐用年数に相当する生地の引張強さを調査する。

なお, 一定の吊り荷重は 8 kg/cm (78N/cm) とし, JIS B 7753 に規定する促進暴露試験時間は, 製品の耐用年数, 短期仮設 (1 年) 対応, 長期仮設 (3 年) 対応に応じて, それぞれ 300 時間, 900 時間とする。

(3) 耐薬品性

耐薬品性は, JIS K 7114 「プラスチック—液体薬品への浸せき効果を求める試験方法」準用し, 試験片を酸, アルカリ水溶液中に一定期間浸漬したのち, 引張試験 (JIS L 1096) を行い, 生地の引張強さを調査する。

(4) 耐熱性, 耐寒性

耐熱性は, JIS Z 1651 「非危険物用フレキシブルコンテナ」に準用して, 試験片を $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ の恒温槽の中に 2 時間放置した後, 恒温槽の中で長さ方向に 180 度折り曲げて, 表面の粘着, 亀裂, 損傷, 被膜の剥離などの異常の有無を調査し, 直ちに, 試験片の引張試験 (JIS L 1096) を行い, 生地の引張強さを調査する。

耐寒性は, 同様に, 試験片を $-25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ の恒温槽の中に 2 時間放置し, 恒温槽の中で試験片を長さ方向に 180 度折り曲げて, 表面の破損, ひび割れ, その他の異常の有無を確認 (JIS Z 1651 準用) した後, 直ちに, 試験片の引張試験 (JIS L 1096) を行い, 生地の引張強さを調査する。

3.1.3 耐環境性

耐環境性は、「食品、添加物等の基準（昭和34年厚生省告示第370号）」の第3のDの2合成樹脂製の器具または容器包装の試験によって、一般規格と個別規格の両方の分析試験を実施し、生地に含まれ有害物質の含有量を調査する。

3.1.4 排水・透水性

透水性は、JIS A 1218「土の透水試験方法」に準じて生地の透水試験を行い、透水係数を調査する。

排水性能は、ASTM D 4751「ジオテキスタイルの見かけの開口部のサイズを決定するための標準試験方法」に準拠し、生地の開孔径を調査する。

3.2 材料に要求される性能 [吊ベルト材]

3.2.1 初期引張強度

初期引張強度は、JIS D 4604「自動車部品シートベルト」に準拠した引張試験を行い、吊上げ材の引張強さを調査する。

3.2.2 耐久性

(1) 耐候性

耐候性は、JIS B 7753「サンシャインカーボンアーク灯式の耐光性試験機及び耐候性試験機」に準拠した耐候性試験を実施した後、引張試験（JIS D 4604「自動車部品シートベルト 7.4」）を行い、耐用年数に相当する吊上げ材の引張強さを調査する。

なお、JIS B 7753に規定する促進暴露試験時間は、製品の耐用年数、短期仮設(1年)対応、長期仮設(3年)対応に応じて、それぞれ300時間、900時間とする

(2) 耐熱性、耐寒性

耐熱性は、JIS Z 1651「非危険物用フレキシブルコンテナ」に準用して、試験片を $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ の恒温槽の中に2時間放置した後、恒温槽の中で長さ方向に180度折り曲げて、表面の粘着、亀裂、損傷、被膜の剥離などの異常の有無を調査し、直ちに、試験片の引張試験（JIS D 4604）を行い、生地の引張強さを調査する。

耐寒性は、同様に、試験片を $-25\pm 2^{\circ}\text{C}$ の恒温槽の中に2時間放置し、恒温槽の中で試験片を長さ方向に180度折り曲げて、表面の破損、ひび割れ、その他の異常の有無を確認（JIS Z 1651準用）した後、直ちに、試験片の引張試験（JIS D 4604）を行い、生地の引張強さを調査する。

3.3 土のうに要求される性能 [袋体]

本試験は、「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアルに記載する試験方法に準じて実施した。性能試験条件を表-3.2に示す。なお、袋体に要求される性能試験に用いた中詰め材料は、表-3.1および図-3.1に示す礫質土（砕石C0-40）、砂質土（江戸崎産砂）、粘性土（関東ローム）の3種類とした。

表-3.1 中詰め材料に使用した土質試験結果一覧

土の特性		礫質土 (C0-40)	砂質土 (江戸崎産砂)	粘性土 (関東ローム)
分類	分類名	礫	砂	火山灰質 粘性土II型
	分類記号	(GP)	(SP)	(VH2-S)
一般	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	—	—	2.757
	自然含水比 w %	4.6	27.5	61.4
粒度特性	石分(75mm以上) %	0	0	0
	礫分(2~75mm) %	83.6	0	0
	砂分(0.075~2mm) %		91.4	13.3
	シルト分(0.005~0.075mm)%	16.4		39.2
	粘土分(0.005mm未満)%		8.6	47.5
	最大粒径 mm	37.5	2.0	2.0
	均等係数 U_c	—	2.1	—
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %	—	—	136.5
	塑性限界 w_P %	NP	NP	76.5
	塑性指数 I_p	NP	NP	60.0
締固め特性	最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm ³	2.251	1.625	0.845
	最適含水比 w_{opt} %	2.5	16.6	68.8

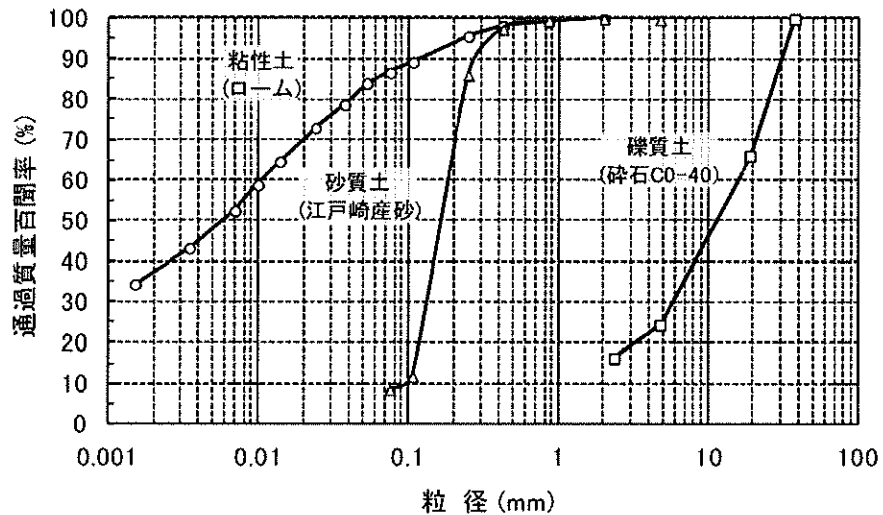


図-3.1 中詰め材料の粒径加積曲線

表-3.2 土のう〔袋体〕に要求される性能試験条件

試験項目		試験条件	試験数	備考
圧縮強度特性		中詰め材料；礫質土	3	
摩擦特性	袋体と袋体	模 擬 袋 体；6号碎石 中詰め材料；礫質土 砂質土 粘性土	6	上載荷重；20kN/m ² 40kN/m ²
	袋体と土(地盤)	中詰め材料；粘性土 地 盤 材 料；礫質土 砂質土 粘性土	6	上載荷重；20kN/m ² 40kN/m ²
吊上げ・吊下ろし特性		中詰め材料；礫質土	3	
衝撃落下特性 (耐衝撃性)		中詰め材料；礫質土	3	
		中詰め材料；砂質土	3	
形状保持特性		中詰め材料；礫質土	9	圧縮強度特性, 吊上げ・吊下ろし特性, 衝撃落下特性
		中詰め材料；砂質土	3	

3.3.1 圧縮強度特性

圧縮強度特性は、袋体に対して圧縮荷重を載荷させ、このときの圧縮荷重と変形量を測定し、袋体の圧縮強さと変形特性を調査する。なお、試験体は、表-3.1に示す碎石(C0-40)を中詰め材とし、約1m³を充填した袋体とした。

(1) 試験装置

図-3.2に「圧縮試験装置」、圧縮試験状況を写真-3.1に示す。

試験装置は、袋体の圧縮試験が可能な構造とし、袋体の最大圧縮荷重を確認できる十分な圧縮能力を有し、圧縮載荷時の圧縮荷重および圧縮変位量が測定可能な機構とした。

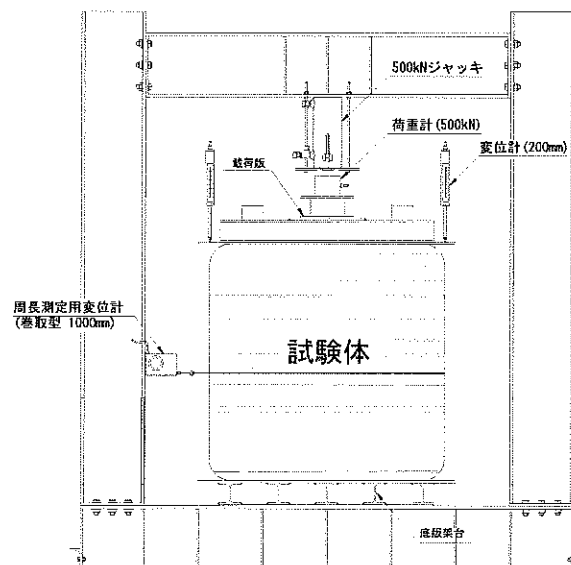


図-3.2 圧縮試験装置



写真-3.1 圧縮試験状況

(2) 試験方法

圧縮試験は、以下の手順にて実施した。

- ① 所定量の中詰め材を充填し、質量を測定する。
- ② ② 上面に重量 0.1kN 程度の鉄板を設置し、袋体の高さ、直径などを測定し、このときの形状を初期状態の値とする。袋体の初期形状は、直交する 4 箇所の高さを測定する。また、直径は上、中、下の 3 箇所以上で測定することを原則とする。
- ③ 試験片を載荷装置に設置し、変位制御による鉛直荷重を与え、このときの鉛直荷重と変位量を測定する。なお、載荷速度は 10mm/分以下とする。
- ④ 鉛直荷重が 20kN/m²に達した段階で、荷重がゼロになるまで除荷し、再載荷を行う。
- ⑤ 原則として、最大圧縮荷重が明瞭に現われるまで鉛直載荷を続ける。なお、生地等の破壊等により、中詰め材がこぼれ出した場合は、その時点で試験を終了する。
なお、載荷中は、生地 of 引裂き音などにも注意し、このときの載荷重、変形量等の大きさや試験片の異常などの観察を合わせて記録するものとする。
- ⑥ 上載圧を除荷し、試験片の変状等を目視・観察する。
- ⑦ 最大圧縮荷重、変形量を有効数字 3 桁に丸めて、報告する。
- ⑧ 1 種類の中詰め材(礫質土)に対して同様の圧縮試験を 3 試験体実施し、変状等の有無を報告する。

なお、本試験では、生地 of 引張ひずみ量を把握するために、袋体中央部の周長測定を実施し、載荷重および圧縮ひずみと周ひずみの関係について調査した。

(3) 結果の整理

袋体の圧縮強さは、試験時に測定された最大圧縮荷重、あるいは袋体に異常が確認された圧縮荷重から次式より算定した。

$$q = \frac{P_{\max}}{As}$$

ここに、 q : 圧縮強さ (kN/m²)

P_{\max} : 最大圧縮荷重 (kN)

As : 初期面積 (m²)

また、初期変形係数は、載荷後に測定された弾性域内の圧縮荷重、変位量から次式より算定した。

$$E_0 = \frac{q_0}{\varepsilon_0'} \times 100$$

ここに、 E_0 : 初期変形係数 (kN/m²)

q_0 : 再載荷時の弾性域の最大荷重 (kN/m²)

ε_0' : 再載荷時の補正ひずみ量 (%)

3.3.2 摩擦特性

摩擦特性は、袋体を構成する生地を対象に、袋体と袋体との積層間、および袋体と土（裏込め材料、基礎地盤）との摩擦抵抗を調査した。本調査では、一对の試験片を一定の荷重のもとで一定速度で摺動させ、このときの摩擦抵抗力を測定した。

(1) 試験装置

試験装置は、土を投入できる試験容器に上載圧を載荷した状態で、滑動試験が可能な構造とした。図-3.3に「摩擦試験装置」を示す。

袋体と土との摩擦試験は、模擬地盤槽に3種類の土材料を投入、締め固めた後、中空からなるせん断枠内に生地を設置、中詰め材を投入することによって境界条件を模擬した。このときの中詰め材料は、最も小さな摩擦係数を示す粘性土とした。

一方、袋体と袋体との摩擦試験は、模擬地盤槽に所定の中詰め材料を投入した後、生地を覆い、袋体とした。なお、模擬地盤槽に充填した中詰め材料は、過去に実施した実大摩擦試験結果から粒径5~13mmの6号砕石とした。

(2) 試験方法

摩擦試験は、以下の手順にて実施した。

- ① 模擬地盤および上載荷重板に所定の上載圧を載荷する。

所定の上載圧は、20kN/m²および40kN/m²の2種類とする。

- ② 最上部の荷重板の左右に鉛直変位計を取り付け、圧縮量を測定する。
- ③ 上載荷重による圧縮量が、ほぼ一定値に落ち着くまで放置する。

- ④ 変位制御による水平荷重を与え、このときの水平荷重と変位量を測定する。
なお、載荷速度は 1mm/分以下とする。
- ⑤ 原則として変位量 30mm まで水平荷重の載荷をつづける。なお、それ以前に最大水平荷重が明瞭に現われた場合は、その時点で試験を終了する。
- ⑥ 上載圧を除荷し、試料（試験片）の変状等を目視・観察する。
- ⑦ 上載圧を変えて、同様の引張試験を実施し、その平均値を有効数字 3 桁に丸めて、報告する。

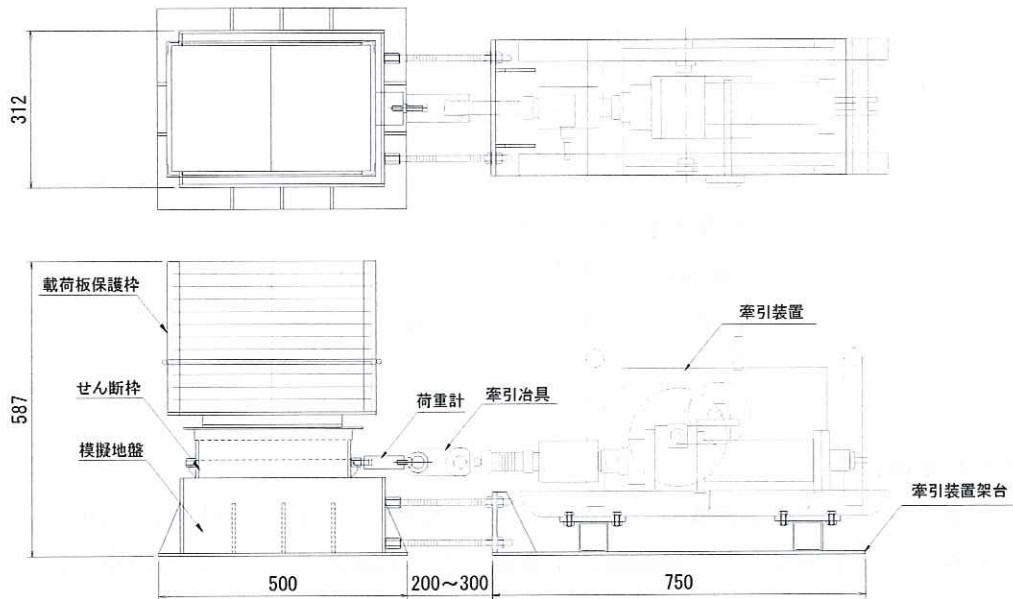
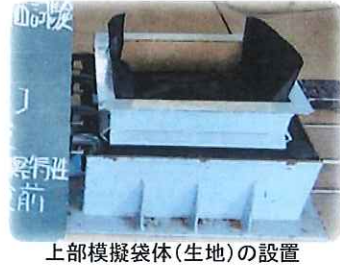


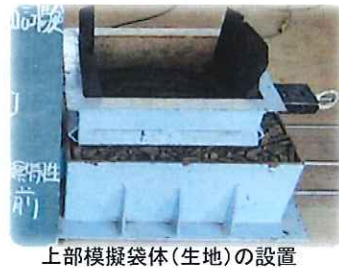
図-3.3 摩擦試験装置の概要



写真-3.2 摩擦試験装置および試験状況



(a) 袋体と袋体との摩擦試験



(b) 地盤と袋体との摩擦試験

写真-3.2(2) 摩擦試験装置および試験状況

(3) 結果の整理

摩擦係数は、試験時に測定された最大引張（水平）荷重から次式より算定する。

$$\mu = \frac{F_{\max}}{P}$$

ここに、 μ ：静止摩擦係数

F_{\max} ：最大引張（水平）荷重（kN）

P ：上載荷重（kN）

なお、2 上載荷重(20kN/m²、40kN/m²)に対して実施した条件に対しては、おのおのの条件から得られた上載荷重と水平力の比から算出した摩擦係数の平均値および原点を通る最小二乗法から得られる勾配から算出した。

3.3.3 吊上げ・吊下ろし特性

吊上げ・吊下ろし特性は、中詰め材を充填した袋体に対して、規定回数の吊上げ・下ろしを行い、このときの中詰め材のこぼれだし、生地破損などの異常を調査する。調査は、作用が最も大きい礫質土と、目開きによるこぼれ出しが想定される砂質土を中詰め材として実施した。

(1) 試験装置

試験装置は、試験装置は、中詰め材を充填した袋体の上面に荷重を負荷しながら、吊上げ・吊下ろし試験が可能な構造とした。図-3.5 に試験概要を示す。

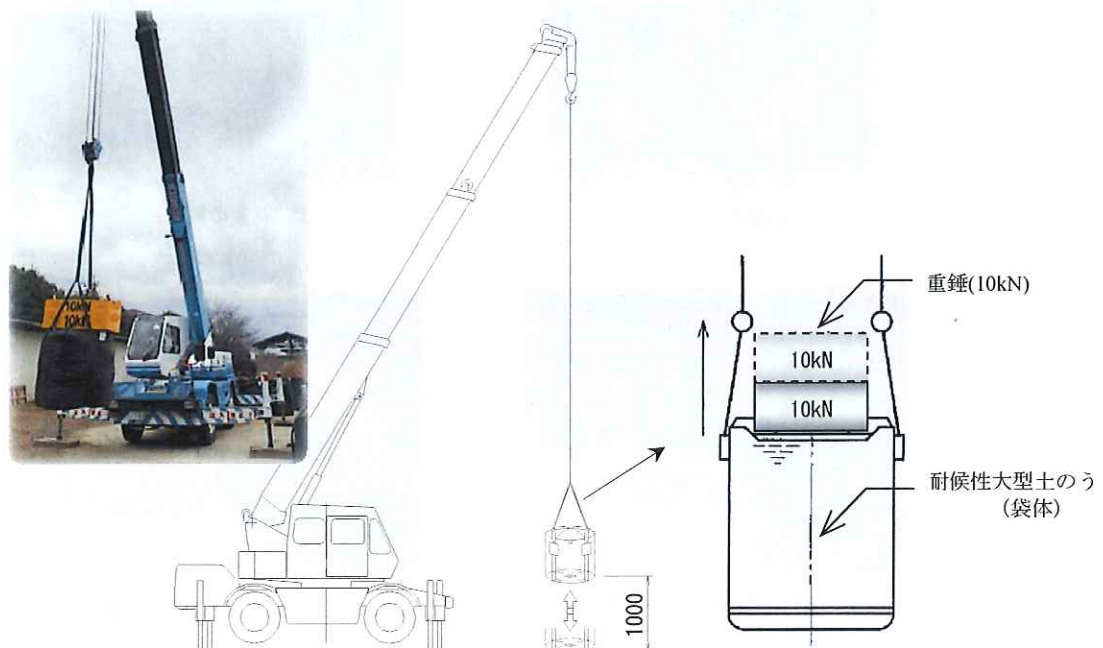


図-3.4 吊上げ・吊下ろし評価試験の概要

(2) 試験方法

吊上げ・下ろし試験は、以下の手順にて実施する。

- ① 規定した中詰め材を袋体に所定量充填し、質量を測定する。
- ② 試験片を吊上げ・下ろし装置に設置する。
- ③ 袋体の上部に 10kN（充填質量の 1/2 倍に相当する荷重）を負荷する。
- ④ 吊り上げ装置により 1.0m 程度吊り上げた後、袋体を下ろし、30 秒以内に同様の吊上げ・下ろしを 9 回、繰返す。
- ⑤ 続いて、10 回目の吊上げ時には、さらに 10kN（計 20kN；充填質量に相当する荷重）を与え、吊上げた状態で 5 分間以上保持する。
- ⑥ この状態で、試験片の変状等を目視・観察し、試験を終了する。
なお、それ以前に中詰め材のこぼれ出し等の変状等が確認された場合には、その時点で試験を終了する。
- ⑦ 終了後の袋体の質量を測定する。
- ⑧ 1 種類の中詰め材（礫質土）に対して同様の吊上げ・下ろし試験を 3 試験体実施し、変状等の有無を報告する。



10 kN 負荷状態



20 kN 負荷状態
(吊上げ回数;10 回目)

写真-3.3 吊上げ・下ろし試験の状況

(3) 結果の整理

吊上げ・下ろし確認試験結果は、試験時の中詰め材のこぼれ出しの有無、生地等の破壊等、異常を目視で観察し、判断するとともに、試験前・後に測定された充填質量から中詰め材の流出量の程度について次式より算定した。

$$L_p = \frac{W}{W_0} \times 100$$

ここに、 L_p : 吊上げ・下ろし特性値(%)

W_0 : 試験初期の袋体の質量(kN)

W : 試験後の袋体の質量(kN)

3.3.4 衝撃落下特性（耐衝撃性）

衝撃落下特性（耐衝撃性）は、中詰め材を充填した袋体に対して、規定回数の落下衝撃試験を行い、このときの中詰め材のこぼれだし、生地への破損などの異常の有無を調査した。調査は、作用が最も大きい礫質土と、目開きによるこぼれ出しが想定される砂質土を対象に実施した。

(1) 試験装置

試験装置は、試験装置は、中詰め材を充填した袋体を所定の高さから自由落下できる装置とした。図-3.4に試験装置を示す。



図-3.5 衝撃落下衝撃試験の概要



写-3.4 衝撃落下試験の状況

(2) 試験方法

落下衝撃試験は、以下の手順にて実施した。

- ① 規定した中詰め材(礫質土および砂質土)を袋体に所定量充填し、質量を測定する。
- ② 試験片を落下衝撃試験装置に設置する。
- ③ 吊上げ装置により、0.8m 高さから硬く平らな面に自由落下させる。

なお、本試験では、落下面は、舗装面上に、厚さ 60mm の鋼版を敷設した。

- ④ 試験片の変状等を目視・観察する。

中詰め材のこぼれ出し等の変状等が確認された場合には、その時点で試験を終了する。

- ⑤ 同様の落下試験を 3 回繰返し、行う。
- ⑥ 終了後の袋体の質量を測定する。
- ⑦ 2 種類の中詰め材(礫質土および砂質土)に対して同様の吊上げ・下ろし試験をおのおの 3 試験体実施し、変状等の有無を報告する。

試験終了後は、中詰め材のこぼれ出し有無、生地等の損傷について観察し、袋体の質量を測定した。

(3) 結果の整理

落下衝撃特性は、試験時の中詰め材のこぼれ出しの有無、生地等の破壊等、異常を目視で観察し、判断するとともに、試験前・後に測定された充填質量から中詰め材のこぼれ出し量の程度について次式より算定した。

$$F_p = \frac{W}{W_0} \times 100$$

ここに、 F_p : 落下衝撃特性値 (%)

W_0 : 試験初期の袋体の質量 (kN)

W : 試験後の袋体の質量 (kN)

3.3.5 形状保持特性

形状保持特性は、中詰め材を充填した袋体に対して袋体の出来高形状を調査した。なお、調査は圧縮強度、吊上げ・吊下ろし、衝撃落下確認試験に供した袋体を対象とした。

(1) 試験装置

耐候性大型土のうの形状は、中詰め材料の投入量によって決まるため、写真-3.5 に示す所定量の投入が可能な検量型中詰め装置を使用して、中詰め作業を行った。中詰めは、袋体本体と蓋部との境界線まで投入した。

袋体の高さおよび直径の測定は、精度 1mm の標尺および巻尺等とし、重量は精度 10N 以下の荷重計を用いた。

(2) 試験方法

形状保持確認試験は、以下の手順にて実施した。

- ① 規定した中詰め材を袋体に所定量充填し、重量を測定する。
- ② 袋体を平らな基盤上に静置し、上面に重量 0.1kN 程度の鉄板を水平に設置する。
- ③ この状態で袋体の高さ(4箇所)および直径(3箇所)を測定する。
- ④ 袋体の平均高さ、平均直径および単位体積重量を算出する。

袋体の形状は、袋体の上面に 0.1kN の载荷版を静置した状態で測定するものとし、直交する 4 箇所て高さを測定する。また、直径は中腹部に現れる最大径の箇所は必ず含めて、上、中、下の 3 箇所て測定した。なお、直径の測定に際しては、巻尺等により周長を測定し、直径に換算した。



検量型中詰め治具



耐候性大型土のうのセット



上蓋のセット



中詰め材の投入



上蓋の取り外し



治具本体の引き上げ



作製後(口閉後)



写真-3.5 中詰め装置および試験体(袋体)作製方法



写真-3.6 形状保持測定の様況

(3) 結果の整理

次式より、袋体の平均高さ、平均直径および単位体積重量を算出した。

$$H = (h1 + h2 + h3 + h4) / 4$$

$$D = (d1 + d2 + d3) / 3$$

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

ここに、 H : 袋体の平均高さ (m)

h_i : 各測定位置に対する袋体の直径 (m)

D : 袋体の周長から換算した平均直径 (m)

d_i : 各測定位置に対する袋体の直径 (m)

γ : 袋体の単位体積重量 (kN/m^3)

W : 袋体の重量 (kN) ただし、上面に設置した 0.1kN の載荷版を除く。

V : 袋体の体積 (m^3)

4. 性能評価結果

「耐候性大型土のう SSG-3」の性能評価結果を表-4.1に示す。

表-4.1 「耐候性大型土のう SSG-3」性能評価結果

項目		評価内容	性能規定値	試験結果	備考		
材料に要求される性能 [生地]	初期強度 変形特性	初期引張強さ	強度	袋材 たて※ 380 N/cm 以上 よこ※ 380 N/cm 以上 縫製 ※ N/cm 以上	540 N/cm 504 N/cm 胴部縫製なし		
			初期伸度	伸び率	たて 35%未満 よこ 30%未満	15.7 % 13.0 %	
		耐久性	耐候性	強度	たて 240 N/cm 以上 よこ 240 N/cm 以上 縫製 240 N/cm 以上	556 N/cm 536 N/cm 胴部縫製なし	
				定荷重下状態の耐候性試験	強度	よこ 160 N/cm 以上 縫製 160 N/cm 以上	465 N/cm 胴部縫製なし
	耐薬品性			強度	H ₂ SO ₄ (pH2) 240 N/cm 以上 NaOH (pH12) 240 N/cm 以上 NaCl 240 N/cm 以上	506 N/cm 504 N/cm 504 N/cm	
			耐熱性	強度	よこ 240 N/cm 以上	506 N/cm	
			耐寒性	強度	よこ 240 N/cm 以上	490 N/cm	
	耐環境性		溶出試験	溶出・生態	有害物質を溶出しないこと	規定値以下	
	排水・透水性	開孔径	O ₉₅	1.0mm 程度 以下	0.094 mm		
		透水性	透水係数	1.0×10 ⁻² cm/s 以上	1.08×10 ⁻² cm/s		
	材料に要求される性能 [吊ベルト材]	初期強度	引張強さ	強度	※ 35 kN/本 以上	48.5 kN/本	
		耐久性	耐候性	強度	30 kN/本以上 (4点吊り)	46.9 kN/本	
			耐熱性	強度	30 kN/本以上 (4点吊り)	47.8 kN/本	
			耐寒性	強度	30 kN/本以上 (4点吊り)	47.4 kN/本	
袋体に要求される性能 [袋体]	中詰め構造	圧縮強度特性	圧縮強度	200 kN/m ² 以上	431 kN/m ² 以上	[中詰め材] 礫質土	
		摩擦特性	袋体と袋体	摩擦係数: 礫質土 0.5 以上	0.56		
				砂質土 0.5 以上	0.52		
			粘性土 0.5 以上	0.51			
		土と袋体	摩擦係数: 礫質土 0.6 以上	0.94			
			砂質土 0.5 以上	0.71	[地盤材料] 粘性土		
		粘性土 0.4 以上	0.70				
	吊上げ・吊下ろし特性	損傷の有無	所定の繰返し回数(10回)後に吊上げ材, 生地の亀裂・損傷等により, 中詰め材がこぼれださないこと	吊上げ材, 生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず	[中詰め材] 礫質土		
衝撃落下特性 (耐衝撃性)	損傷の有無	所定の落下回数(3回)後に生地の亀裂・損傷等により, 中詰め材がこぼれださないこと	生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず	[中詰め材] 礫質土 砂質土			
形状保持特性	形状寸法	直径 1.1m±6% (1.03~1.16m)	適合 1.4 ~ 2.0%	[中詰め材] 礫質土			
		高さ 1.0m±6% (0.94~1.06m)	適合 -2.2 ~ 5.3%	砂質土			

注) ※の項目の規格値は, 製造会社における本製品の規格値を示す。

4.1 材料に要求される性能[生地]評価結果

生地に対する性能評価結果を表-4.2に示す。性能評価試験結果は、すべての性能項目に対して、性能規定値を満足している。

表-4.2 材料に要求される性能 [生地] 試験結果

項目		評価内容	性能規定値	試験結果	
材料に要求される性能 [生地]	初期強度 変形特性	初期引張強さ	強度	袋材 たて※ 380 N/cm 以上	540 N/cm
			強度	よこ※ 380 N/cm 以上	504 N/cm
		縫製 ※ N/cm 以上	胴部縫製なし		
		初期伸度	伸び率	たて 35%未満	15.7 %
				よこ 30%未満	13.0 %
	耐久性	耐候性	強度	たて 240 N/cm 以上	556 N/cm
				よこ 240 N/cm 以上	536 N/cm
				縫製 240 N/cm 以上	胴部縫製なし
		定荷重下状態の耐候性試験	強度	よこ 160 N/cm 以上	465 N/cm
				縫製 160 N/cm 以上	胴部縫製なし
		耐薬品性	強度	H ₂ SO ₄ (pH2) 240 N/cm 以上	506 N/cm
				NaOH (pH12) 240 N/cm 以上	504 N/cm
	NaCl 240 N/cm 以上			504 N/cm	
	耐熱性	強度	240 N/cm 以上	506 N/cm	
	耐寒性	強度	240 N/cm 以上	490 N/cm	
	耐環境性	溶出試験	溶出・生態	有害物質を溶出しないこと	規定値以下
排水・透水性	開孔径	O95	1.0mm 程度 以下	0.094 mm	
	透水性	透水係数	1.0×10 ⁻² cm/s 以上	1.08×10 ⁻² cm/s	

注) ※の項目の規格値は、製造会社における本製品の規格値を示す。

4.2 材料に要求される性能 [吊ベルト材]

吊ベルト材に対する性能評価結果を表-4.3に示す。性能評価試験結果は、すべての性能項目に対して、性能規定値を満足している。

表-4.3 材料に要求される性能 [吊ベルト材] 試験結果

項目		評価内容	性能規定値	試験結果	
材料に要求される性能 [吊ベルト材]	初期強度	引張強さ	強度	※ 35 kN/本 以上	48.5 kN/本
	耐久性	耐候性	強度	30 kN/本以上 (4点吊り)	46.9 kN/本
		耐熱性	強度	30 kN/本以上 (4点吊り)	47.8 kN/本
		耐寒性	強度	30 kN/本以上 (4点吊り)	47.4 kN/本

注) ※の項目の規格値は、製造会社における本製品の規格値を示す。

4.3 土のうに要求される性能 [袋体]

(1) 圧縮強度特性

圧縮強度に関する評価試験結果を表-4.4に示す。

圧縮応力と圧縮ひずみの関係図を図-4.1に、破壊後の状況を写-4.1に示す。

袋体の圧縮応力は、432~470kN/m²であり、破裂音を伴って吊ベルト補強部より瞬時に破壊、胴部での引裂けにより破壊した。このときの圧縮ひずみは19~22%程度であった。

なお、袋体の圧縮強さは、鉛直方向の载荷重に伴う内部応力の増加に対して生地（引張力）が抵抗し、ヨコ方向の抵抗力（引張力）が降伏に達するまで、圧縮変形が進行し、限界状態において破壊に至ると考えられ、本製品に対する破壊時の周ひずみは12~13%程度であった。

表-4.4 圧縮強度に関する性能評価試験結果

中詰め材料	試験体諸元 [形状保持特性]					[圧縮強度特性]				
	No.	直径 (m)	高さ (m)	体積 (m ³)	湿潤単位体積重量 (kN/m ³)	圧縮強さ (kN/m ²)	破壊時軸ひずみ (%)	破壊時周ひずみ (%)	初期変形係数 (kN/m ²)	特記事項 [破壊形態]
礫質土 (砕石; C0-40)	1	1.120	1.000	0.986	16.9	431	20.9	13.1	1,400	破裂
	2	1.120	1.020	1.006	16.9	444	18.6	11.7	1,900	破裂
	3	1.118	0.978	0.964	16.7	470	21.5	13.3	1,400	引裂け

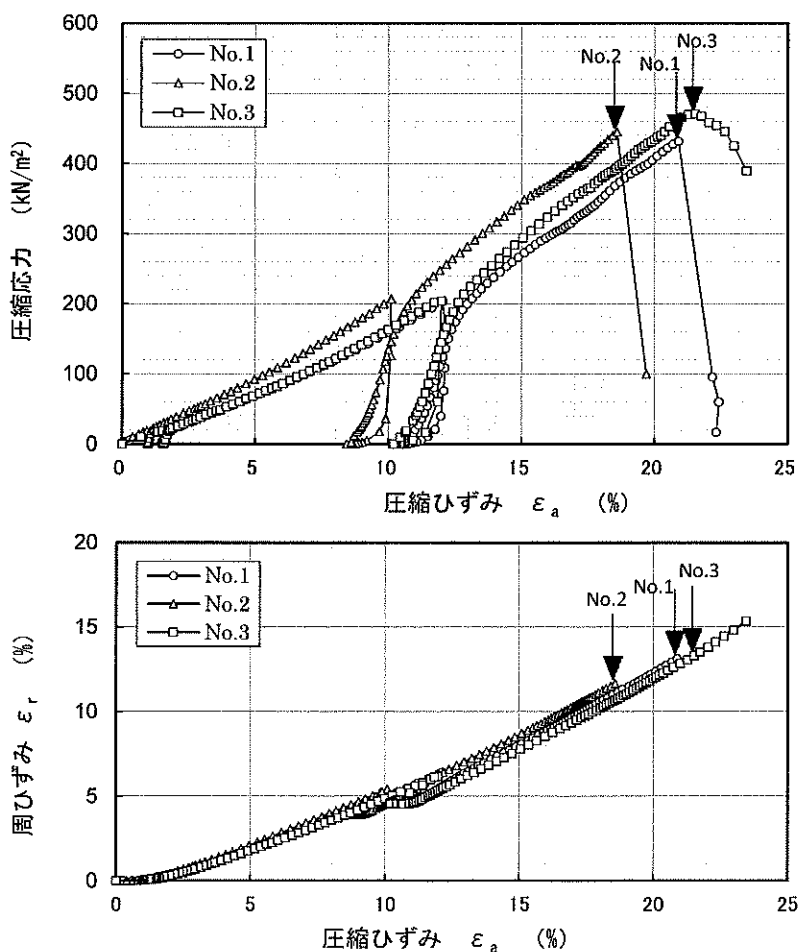


図-4.1 圧縮応力、半径方向ひずみ～圧縮ひずみの関係



写-4.1 圧縮試験時の破壊後の袋体の状況

(2) 摩擦特性

摩擦試験結果を表-4.7に示す。また、水平抵抗力と上載荷重の関係を図-4.2に示す。

表-4.7中の袋体と袋体との摩擦係数は、別途、実施した実大摩擦試験結果から袋体の試験条件を定めた擬似袋体との摩擦係数を示した結果である。

袋体と袋体との摩擦係数 μ は、中詰め材料の種類、礫質土、砂質土、粘性土に対して、おのおの0.56、0.52、0.51であり、いずれの中詰め材料でも $\mu \geq 0.5$ （性能規定値）であり、性能規定値を満足している。

また、土と袋体の摩擦係数 μ は、中詰め材料の種類、礫質土に対して0.94($\mu \geq 0.6$)、砂質土に対して0.71($\mu \geq 0.5$)、粘性土に対して0.70($\mu \geq 0.4$)であり、各地盤に対する性能規定値を上回っている。

表-4.7(1) 袋体と袋体の摩擦特性に関する性能評価結果

中詰め材料の種類		摩擦係数	性能規定値
模擬袋体	礫質土(碎石;C0-40)	0.56	0.5 以上
	砂質土(江戸崎産)	0.52	0.5 以上
	粘性土(ローム)	0.51	0.5 以上

表-4.7(2) 地盤(土)と袋体の摩擦特性に関する性能評価結果

地盤(土)の種類	中詰め材料の種類	摩擦係数	性能規定値
礫質土	粘性土(ローム)	0.94	0.6 以上
砂質土		0.71	0.5 以上
粘性土		0.70	0.4 以上

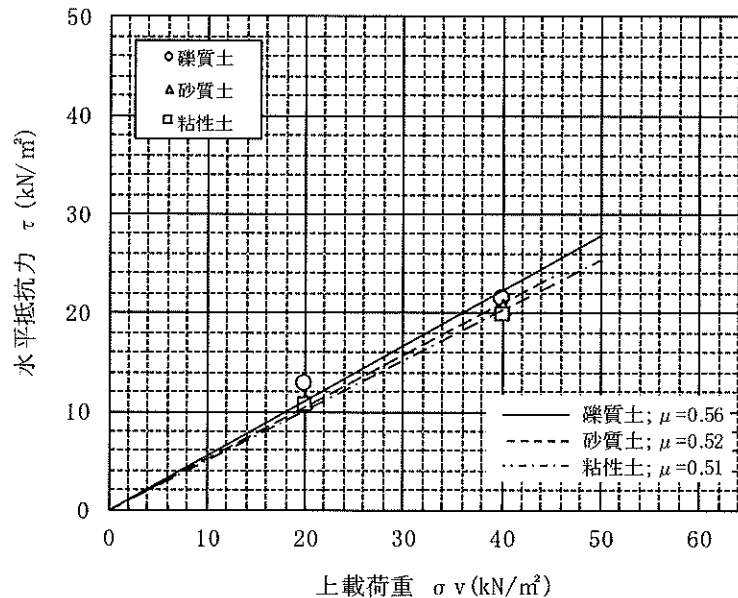


図-4.2(1) 袋体と袋体に対する水平抵抗力と上載荷重の関係

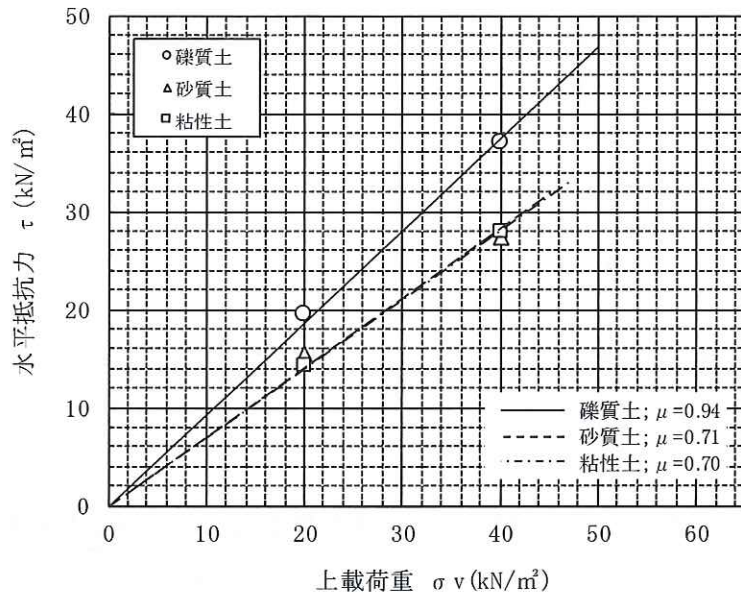
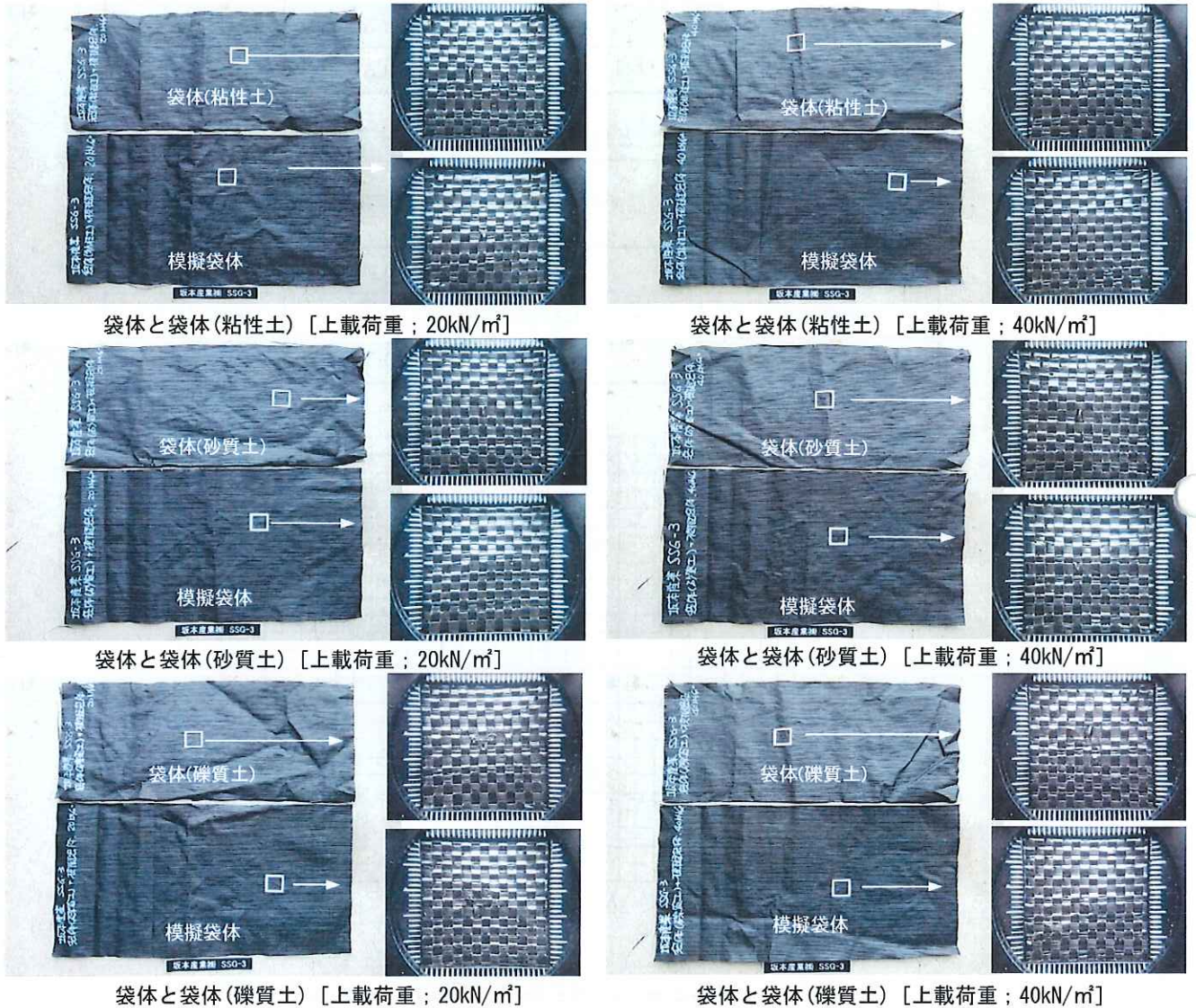
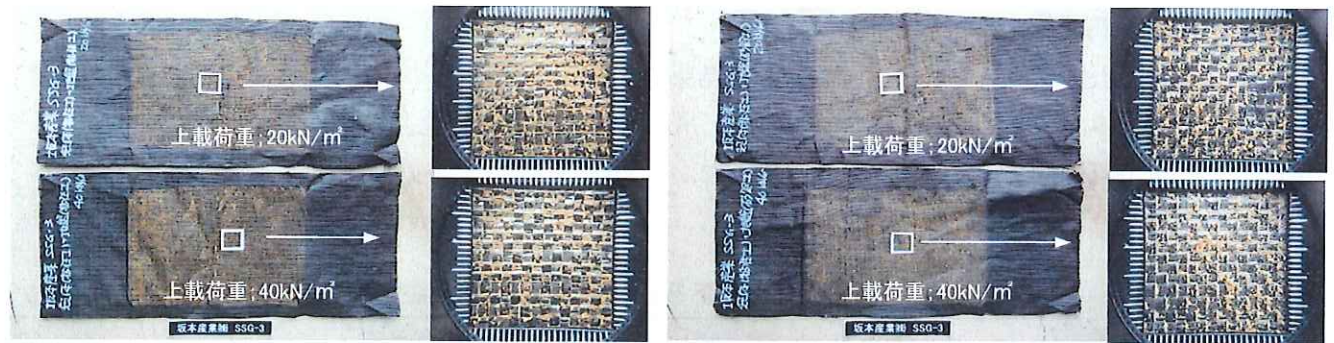


図-4.2(2) 地盤(土)と袋体に対する水平抵抗力と上載荷重の関係

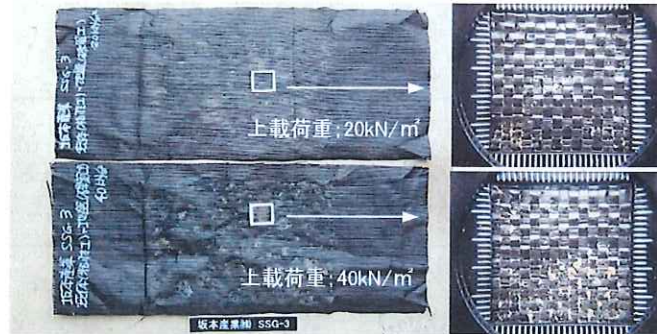


写-4.2(1) 袋体と袋体との摩擦試験後の生地状況



地盤(粘性土)と袋体(粘性土) [上載荷重 ; 20, 40kN/m²]

地盤(砂質土)と袋体(粘性土) [上載荷重 ; 20, 40kN/m²]



地盤(礫質土)と袋体(粘性土) [上載荷重 ; 20, 40kN/m²]

写-4.2(2) 地盤と袋体との摩擦試験後の生地の状況

(3) 吊上げ・吊下ろし特性

吊上げ・吊下ろし特性の評価試験結果を表-4.6、試験後の袋体の状況を写-4.2に示す。

袋体の吊上げ・吊下ろし試験では、吊りベルト、生地 of 亀裂・損傷、目開き等の等による中詰め材のこぼれだし等は確認されなかった。

表-4.6 吊上げ・吊下ろし特性に関する性能評価試験結果

中詰め材料	試験体諸元 [形状保持特性]					[吊上げ・下ろし特性]	
	No.	直径 (m)	高さ (m)	体積 (m ³)	湿潤単位体積重量 (kN/m ³)	特性値 [中詰め材の保持率]	特記事項 [試験後の状況]
礫質土 (碎石; C0-40)	1	1.118	1.025	0.982	17.0	100%	吊上げ材, 生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず
	2	1.116	0.998	0.979	16.6	100%	吊上げ材, 生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず
	3	1.115	1.025	0.977	16.6	100%	吊上げ材, 生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず



No.1

No.2

No.3

写真-4.2 吊上げ・吊下ろし評価試験後の状況(20kN 負荷時)

(4) 衝撃落下特性

衝撃落下特性の評価試験結果を表-4.7に、試験後の状況を写真-4.3に示す。

袋体の衝撃落下試験では、縫製部での目開き、生地 of 亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されなかった。

表-4.7 衝撃落下特性に関する性能評価試験結果

中詰め材料	試験体諸元 [形状保持特性]					[衝撃落下特性(耐衝撃性)]	
	No.	直径 (m)	高さ (m)	体積 (m ³)	湿潤単位体積重量 (kN/m ³)	特性値 [中詰め材の保持率]	特記事項 [試験後の状況]
礫質土 (碎石;C0-40)	1	1.115	1.053	0.977	17.2	100%	生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず
	2	1.117	1.035	0.980	17.1	100%	生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず
	3	1.122	1.018	0.988	17.2	100%	生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず
砂質土 (江戸崎産)	1	1.115	1.010	0.977	14.4	100%	生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず
	2	1.117	1.041	0.980	14.9	100%	生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず
	3	1.116	1.029	0.979	15.0	100%	生地の亀裂・損傷等による中詰め材のこぼれだし等は確認されず



No.1

No.1



No.2

No.2



No.3

No.3

(中詰め材料；礫質土)

(中詰め材料；砂質土)

写真-4.3 衝撃落下試験後の状況